

Efeito do Déficit Hídrico em Híbridos Simples de Milho Submetidos à Seca em Três Estádios Fenológicos da Cultura

Paula de Souza Guimarães¹, Cristiani Santos Bernini¹, André Luiz Barros de Oliveira Silva¹,
Rafael Vasconcelos Ribeiro² e Maria Elisa A. G. Zagatto Paterniani³

¹Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical – IAC, Campinas, SP; psguim@yahoo.com.br; ²Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica, IAC; rafael@iac.sp.gov.br; ³Centro de Grãos e Fibras, IAC; elisa@iac.sp.gov.br.

Resumo: Quatro híbridos simples de milho contrastantes quanto à tolerância à seca foram cultivados em casa de vegetação, no Centro Experimental da Fazenda Santa Elisa – IAC, em 2011, a fim de verificar o efeito da suspensão da irrigação em três estádios fenológicos da cultura e identificar os principais caracteres que discriminam híbridos de milho sob condições limitantes de água. O delineamento empregado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e três repetições. Avaliaram-se a atividade fotossintética (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), potencial hídrico foliar (Ψ_w), produtividade (PG) e massa seca total (MST). Os dados foram submetidos à análise de variância e os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A supressão de rega nos três estádios fenológicos restringiu a fotossíntese, transpiração, condutância estomática e reduziu o potencial hídrico foliar diferencialmente entre os híbridos avaliados. O híbrido TOL1 foi o que mais se destacou quanto à tolerância a seca, enquanto o SENS1 foi mais afetado pela falta de água. De maneira geral, as características produtividade (PG) e massa seca total (MST) foram as mais apropriadas para discriminar os genótipos contrastantes à seca neste trabalho.

Palavras-chave: *Zea mays* L., deficiência hídrica e produtividade.

Introdução

Sob condições de déficit hídrico, a produtividade da cultura do milho é substancialmente prejudicada, principalmente quando a seca ocorre nos estádios fenológicos mais críticos da cultura (BÄNZINGER *et al.*, 2000). Portanto, o emprego de genótipos tolerantes à seca é uma estratégia eficiente para reduzir os riscos de produção de grãos em áreas sujeitas à estiagem.

Algumas plantas podem suportar a falta de água através de diferentes mecanismos, envolvendo adaptações fisiológicas e morfológicas que permitem a sua sobrevivência e uma produtividade satisfatória (XOCONOSTLE-CAZARES *et al.*, 2010). Algumas características diferentes têm sido propostas como alvos de seleção para melhorar a tolerância à seca. No entanto, não há um único parâmetro que por si só possa ser indicativo da tolerância, sendo o ideal avaliar parâmetros que possam ser medidos em diferentes estádios fenológicos da cultura e em condições de casa de vegetação (PIMENTEL & ROSSIELO, 1995).

Diante disso, os objetivos do trabalho foram avaliar os efeitos do déficit hídrico sobre parâmetros fisiológicos e biométricos em híbridos de milho contrastantes à seca e identificar os principais caracteres que discriminam híbridos de milho sob condições limitantes de água, a fim de melhorar a eficiência de seleção de genótipos tolerantes à seca.

Material e Métodos

Quatro híbridos simples de milho contrastantes quanto à tolerância à seca foram cultivados em estufa em 2011 no Centro Experimental da Fazenda Santa Elisa – IAC, em Campinas, São Paulo. Os híbridos foram denominados TOL1, TOL2, SENS1 e SENS2, sendo TOL1 e TOL2 considerados tolerantes à seca devido ao bom desempenho em produtividade, mesmo quando submetidos em condições inadequadas de irrigação.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e três repetições. As parcelas constituíram-se nos quatro regimes hídricos impostos: (T1) controle: plantas irrigadas durante todo o ciclo; (T2) déficit hídrico no estágio vegetativo; (T3) déficit hídrico no estágio de florescimento e (T4) déficit hídrico no estágio de enchimento de grãos, enquanto que as subparcelas constituíram os quatro genótipos empregados.

Cada parcela foi constituída por uma linha de 3,5 m, com espaçamento de 1,20 m entre linhas e 0,5 m entre plantas e duas plantas por cova, totalizando 14 plantas por parcela. A irrigação foi realizada por gotejadores espaçados a 0,5 m entre si, com vazão de 3,75 L h⁻¹, sendo o fornecimento de água realizado no momento em que os tensiômetros indicavam potencial matricial ao redor de -30 kPa.

Avaliou-se o potencial hídrico foliar (ψ_w) com uma câmara de pressão nas parcelas submetidas aos quatro regimes hídricos impostos. As medidas foram realizadas na antemanhã (05:20 h) em duas plantas por repetição, nos dias de máximo déficit hídrico. O dia de máximo déficit hídrico foi determinado pelo aspecto visual das plantas, ou seja, quando as plantas apresentavam aspecto de murcha acentuada no início do dia. O período de seca durou 40 dias no estágio vegetativo, 75 dias no estágio de florescimento e 52 dias no estágio enchimento de grãos.

A atividade fotossintética, transpiração e a condutância estomática (gs) foram avaliadas com um analisador de gases por infravermelho (LI-6400XT, LiCor, EUA). Os resultados de fotossíntese e da transpiração são apresentados considerando os valores integrados ao longo do período diurno (A_i e E_i , respectivamente), calculados a partir das medidas efetuadas às

08:30, 10:00, 13:30 e 16:30 h. Os dados de gs referem-se às medidas tomadas no horário de alta demanda atmosférica (13:30 h).

Ao término de 167 dias, as variáveis biométricas avaliadas foram produtividade (PG) e massa seca total (MST). A PG foi feita após a debulha das espigas de sete plantas de cada parcela. O valor de MST foi determinado após a pesagem das frações folha, caule e das espigas de sete plantas por parcela, sendo as frações coletadas e desidratadas em estufa de circulação forçada a 60°C até a obtenção da massa seca constante. Os valores das variáveis biométricas dos híbridos submetidos à seca foram convertidos para valores de redução relativa em comparação ao tratamento controle, i.e., plantas sem restrição hídrica.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando o programa SISVAR.

Resultados e Discussão

O milho demonstra extrema sensibilidade com decréscimo na produtividade se o déficit hídrico ocorre na fase reprodutiva em decorrência dos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos (ZINSELMEIER *et al.*, 1995). O híbrido TOL1 foi o que se destacou em relação à PG em condições adversas de irrigação em todos os estádios fenológicos avaliados, apresentando menores valores de redução relativa quando comparado ao tratamento controle, enquanto o SENS1 foi o híbrido que mais sofreu redução de PG em condições de seca (Figura 1A). Os híbridos TOL2 e SENS2 também apresentaram valores satisfatórios de PG quando houve seca na floração e na fase de enchimento de grãos. Houve diferença significativa de híbridos para MST somente quando houve seca no estágio de florescimento e de enchimento de grãos, sendo SENS1 o híbrido que mais sofreu com a falta de água nessas fases (Figura 1B). De maneira geral, déficit hídrico nos três estádios fenológicos da cultura foi considerado prejudicial aos híbridos, reduzindo a produtividade (PG) e a massa seca total (MST).

Quando os híbridos foram submetidos a períodos de seca houve redução dos valores de A_i , E_i , gs e de w , com diferença significativa entre os genótipos. A maior redução de A_i ocorreu no genótipo TOL2 após 40 dias sem irrigação no estágio vegetativo (Figura 2). Na fase de florescimento não foi possível detectar diferença significativa entre os genótipos em condições de seca. Nesta fase, o déficit hídrico prejudicou a atividade fotossintética de todos os híbridos avaliados. O híbrido TOL2 após 52 dias sem irrigação na fase de enchimento de grãos não apresentava mais folhas verdes, por isso somente os resultados das variáveis

fisiológicas desse genótipo em condições irrigadas são apresentadas.

O período de seca no estágio vegetativo e no florescimento causou redução de E_i , indicando que a seca reduziu a abertura estomática (Figura 2). A falta de água na fase de enchimento de grãos provocou uma alta resistência cuticular nos genótipos TOL1 e SENS2, o que permite uma maior conservação de água nessas plantas devido ao fechamento dos estômatos em ausência de água.

A restrição da água disponível no solo, nos três estádios fenológicos, provocou uma queda nos valores de g_s em todos os genótipos. Esses resultados mostram que, sob estresse severo, uma das respostas desses genótipos é o fechamento estomático, o que minimiza a perda de água e reduz também a taxa de fotossíntese líquida. Quando a seca atingiu o estágio vegetativo e o de florescimento (Figura 3) não houve diferença entre os híbridos. Em condições de estresse no estágio de enchimento de grãos os híbridos TOL1 e SENS2 apresentaram maiores redução de g_s , levando a uma redução do fluxo de água para as folhas com conseqüente queda na turgidez (SPERRY, 2000).

Ao se avaliar o potencial hídrico foliar, verificou-se que a ausência de irrigação no estágio vegetativo afetou diferencialmente os genótipos, com ψ_w variando de -0,30 a -0,98 MPa para TOL1 e para TOL2, respectivamente (Figura 3). Na época do florescimento houve uma variação de -0,28 (TOL2) a -0,52 MPa (SENS2) nas plantas submetidas à restrição hídrica. O genótipo SENS2 também apresentou valor reduzido de ψ_w após 52 dias de déficit hídrico no estágio de enchimento de grãos. De modo geral, o potencial de água na folha reduziu quando houve suspensão da rega em todos os estádios fenológicos avaliados.

Conclusões

A supressão de rega nos três estádios fenológicos restringe a fotossíntese, transpiração, condutância estomática e reduz o potencial hídrico foliar.

O híbrido TOL1 foi o que mais se destacou quanto à tolerância a seca, enquanto o SENS1 foi o mais afetado pela falta de irrigação.

As características produtividade (PG) e massa seca total (MST) foram as melhores para discriminar os genótipos contrastantes à seca no presente estudo.

Agradecimento

À FAPESP pela concessão da bolsa de estudo.

Literatura citada

BÄNZINGER, M.; EDMÉADES, G.O.; BECK, D.; BELLON, M. Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice. Mexico, D.F.: CIMMYT. 68p, 2000.

PIMENTEL, C.; ROSSIELO, R.O.P. Entendimento sobre relações hídricas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL: O MILHO EM PERSPECTIVA. Belo Horizonte, MG. Anais...EMBRAPA/CNPMS, 1995. v.1. 449p. p.131-146, 1995.

SPERRY J.S. Hydraulic constraints on plant gas exchange. Agricultural and Forest Meteorology 2831, 1–11, 2000.

XOCONOSTLE-CAZARES, B.; RAMIREZ-ORTEGA, F.A.; FLORES-ELENES, L. and RUIZ-MEDRANO. Drought tolerance in crop plants. American Journal Plant Physiology, 5:241-256, 2010.

ZINSELMEIER, C.; WESTGATE, M.E.; JONES, R.J. Kernel set at low water potential does not vary with source sink/ratio in maize. Crop Science, v.35, p.158-164, 1995.

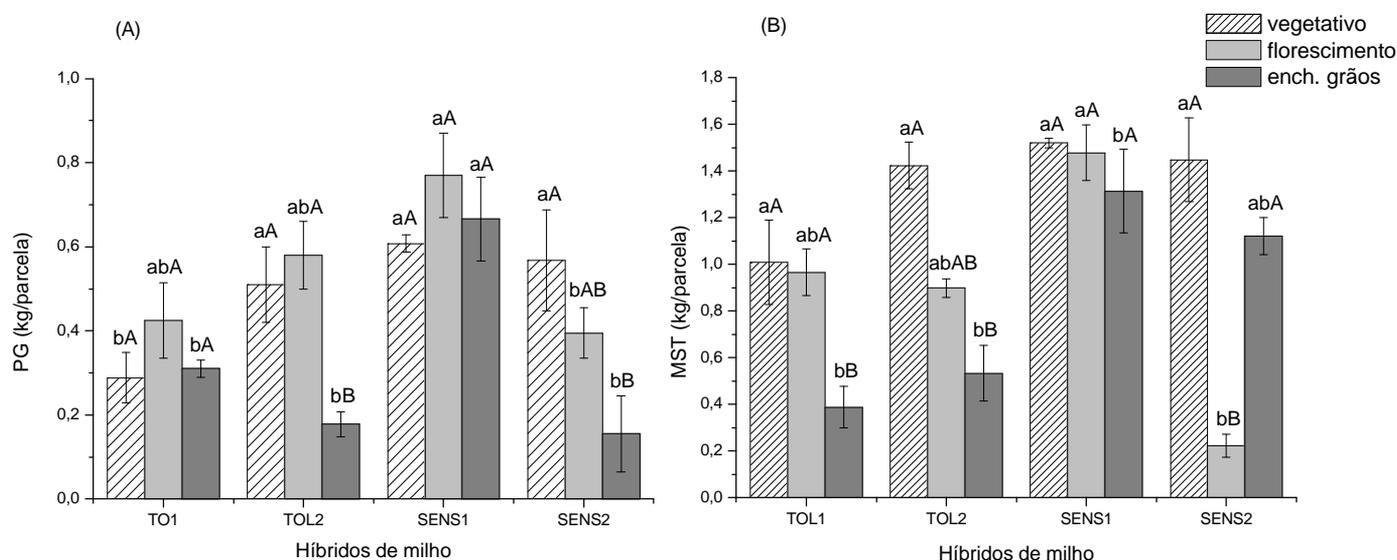


Figura 1: Valores médios de redução relativa de produtividade (PG) (A) e de massa seca total (MST) (B) avaliados no dia de máximo déficit hídrico no estágio vegetativo, florescimento e de enchimento de grãos.

(*) Médias com letras minúsculas no gráfico diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) para genótipos e médias com letras maiúsculas diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$) para tratamentos de irrigação em cada estágio fenológico da cultura.

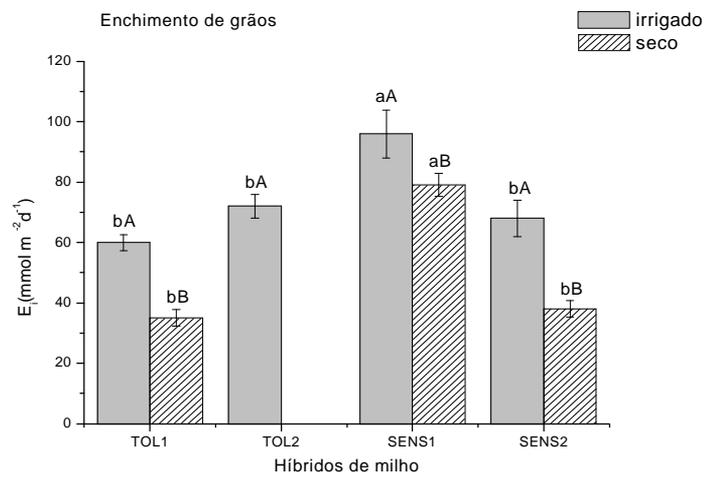
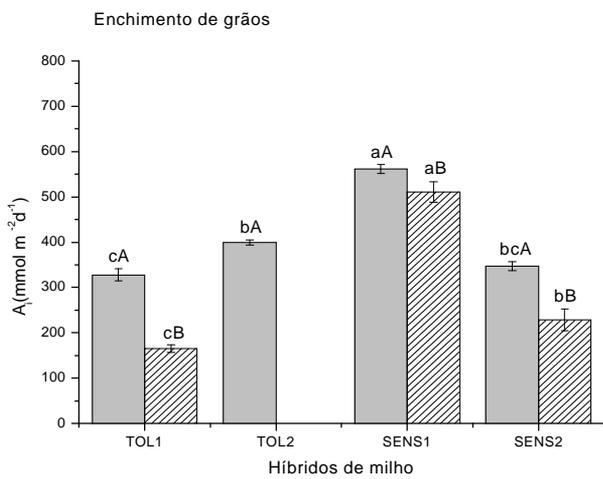
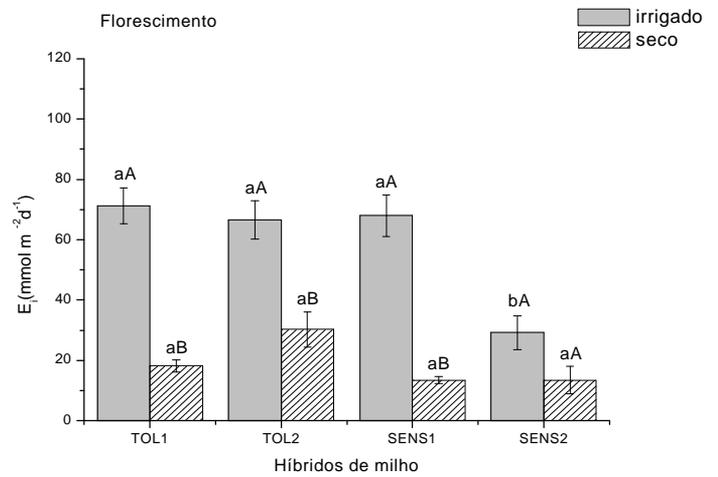
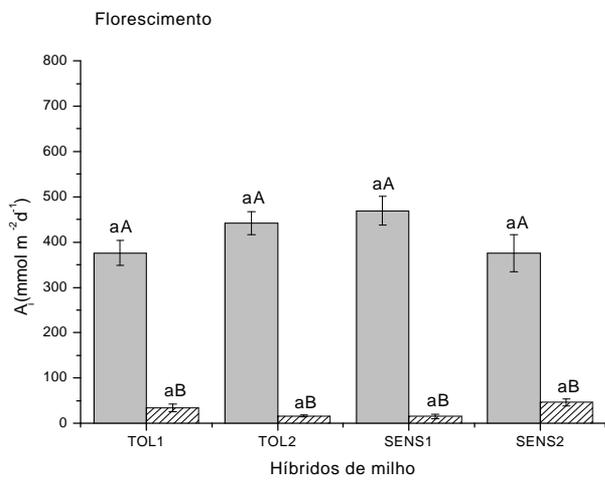
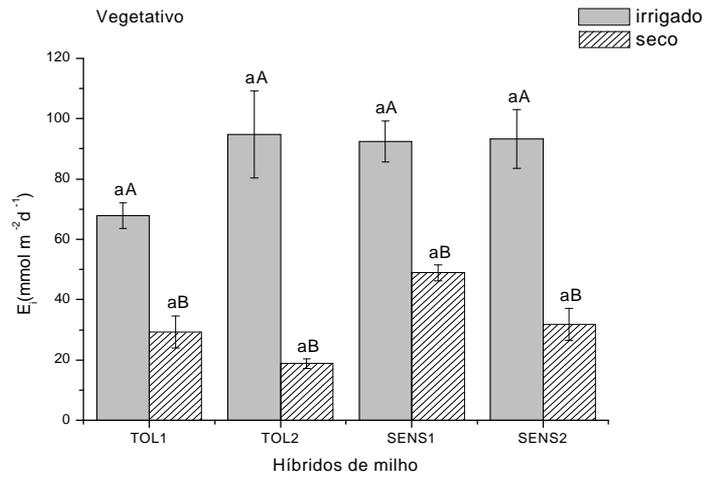
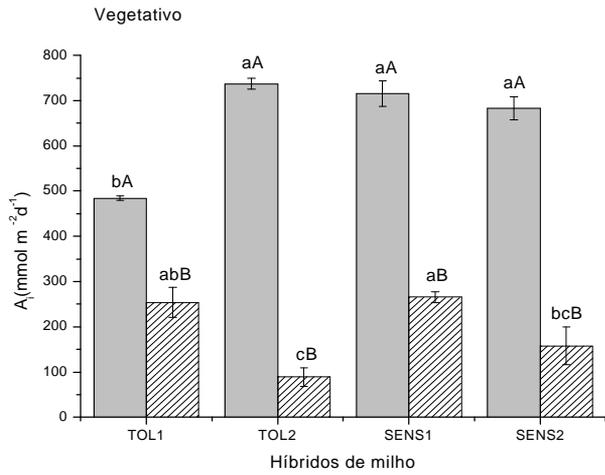


Figura 2: Valores médios de fotossíntese integrada (A_i) e de Transpiração integrada (E_i) avaliados no dia de máximo déficit hídrico no estágio vegetativo, florescimento e de enchimento de grãos.

(*) Médias com letras minúsculas no gráfico diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) para genótipos e médias com letras maiúsculas diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$) para tratamentos de irrigação.

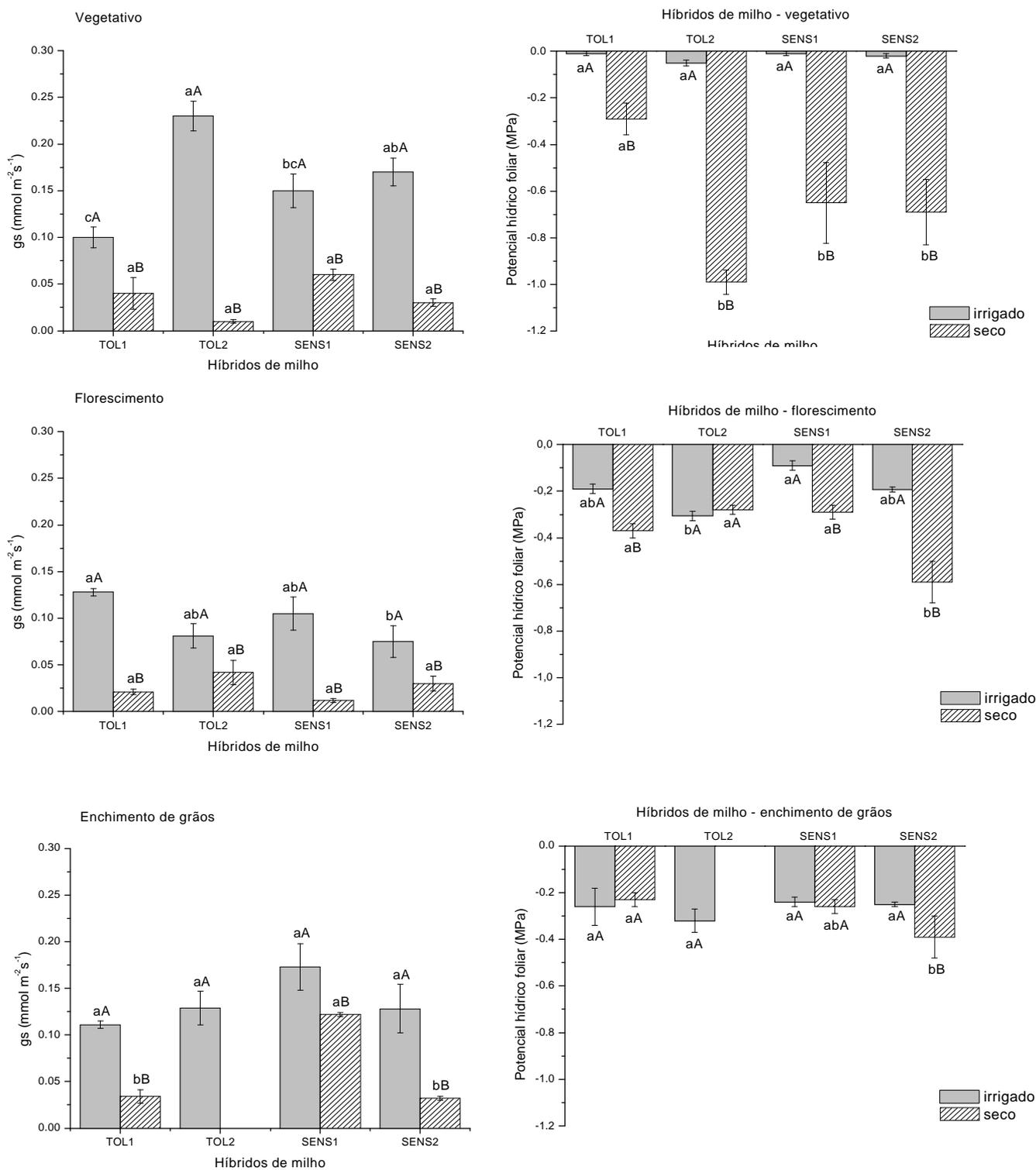


Figura 3: Valores médios de condutância estomática (gs) e de potencial de água na folha (Ψ_w) avaliados no dia de máximo déficit hídrico no estágio vegetativo, florescimento e de enchimento de grãos.

(*) Médias com letras minúsculas no gráfico diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) para genótipos e médias com letras maiúsculas diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$) para tratamentos de irrigação.